



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ»

Μεταπτυχιακή Εργασία

Έξυπνα Υλικά Και Εφαρμογή Αυτών Σε Πλοία

(Βλάσσης Ευάγγελος 021-172-04)

Επιβλέπων Καθηγητής: Δ. Μανωλάκος

ΑΘΗΝΑ 2020

Περίληψη

Η ναυτιλιακή τεχνολογία του μέλλοντος θα συνδυάζει τις εξελίξεις από πολλούς επιστημονικούς κλάδους, με τρόπους που θα μπορούν να μετατρέψουν το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία των πλοίων μέσα από την ένταξη νέων τεχνολογιών, που θα συμπεριλαμβάνουν την εγκατάσταση νέου λογισμικού και τεχνολογικού υλικού με τη βοήθεια των έξυπνων υλικών. Οι ναυτιλιακές τεχνολογίες στις οποίες θα ενσωματωθούν τα έξυπνα υλικά είναι η ρομποτική, οι αισθητήρες, η ευρεία ανάλυση δεδομένων, η πρόωση και η τροφοδοσία ενέργειας, τα αυτόνομα συστήματα, η βιώσιμη παραγωγή ενέργειας, η ναυπηγική βιομηχανία, η δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα, η ενεργειακή διαχείριση, ο κυβερνητικός και ηλεκτρονικός πόλεμος, η θαλάσσια βιοτεχνολογία, η αλληλεπίδραση ανθρώπου και υπολογιστή, η μεταλλευτική εκμετάλλευση του βάθους των ωκεανών και η επικοινωνία.

Τα έξυπνα πλοία θα είναι, κατευθυνόμενα μέσω δεδομένων, πιο πράσινα δηλαδή οικολογικά, με ευέλικτες επιλογές τροφοδοσίας, πλήρως συνδεδεμένα με ασύρματες συνδέσεις επί του σκάφους, και ψηφιακά συνδεδεμένα μέσω παγκόσμιων δορυφόρων. Τα πλοία αυτά θα απαιτήσουν θεμελιώδεις αλλαγές όσον αφορά το σχεδιασμό, την κατασκευή, τη λειτουργία και τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Θα σχεδιαστούν από τεχνολογικά προηγμένες ναυπηγικές εταιρίες, θα παραγγελθούν και θα λειτουργήσουν από ιδιοκτήτες που θα βελτιώσουν την ανταγωνιστικότητά τους και θα ενισχύσουν τα διαπιστευτήριά εταιρικής κοινωνικής ευθύνης τους.

Abstract

The maritime technology of the near future will combine developments from many disciplines, with ways that can transform the design, construction and operation of ships through the integration of new technologies, which will include the installation of new software and technology with smart materials shipping technologies that will incorporate smart materials include robotics, sensors, broad data analysis, propulsion and power supply, autonomous systems, sustainable energy production, shipbuilding, carbon capture and storage, energy management, cyber and electronic warfare, marine biotechnology, human computer interaction, mining exploitation of ocean depth and communication.

Smart ships will be data-driven, ecological, with flexible power options, fully connected to wireless on-board connections, and digitally connected via global satellites. These ships will require fundamental changes in the design, construction, operation and management of the supply chain. They will be designed by technologically advanced shipbuilding companies, commissioned and operated by owners who will improve their competitiveness and strengthen their corporate social responsibility credentials.

*Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία αφιερώνεται με αγάπη στην οικογένεια μου
όπως και στον καθηγητή μου, που με τη βοήθεια τους κατάφερα να την φέρω εις
πέρας, σε μια περίοδο δύσκολη σε προσωπικό επίπεδο λόγω εργασιακών
υποχρεώσεων αλλά και σε κοινωνικό επίπεδο για όλους μας.*

*Happiness,
Can be found
Even in the darkest of times,
If one only remembers
To turn on the light...*

J. K. Rowling

Πρόλογος

Τα έξυπνα ή αλλιώς ευφυή υλικά, ως στοιχεία, και συστατικά μέρη, αλλά και ως μία νέα καινοτομία στον τομέα της ναυτιλίας θα κατέχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογών στα σύγχρονα πλοία. Βασικός σκοπός αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας είναι η αποσαφήνιση του όρου έξυπνα υλικά, των εννοιών και των χαρακτηριστικών που τα διέπουν, η κατάταξή τους σαν χρήσιμα εργαλεία, καθώς και η διερεύνηση του ρόλου και των δυνατοτήτων εφαρμογής τους σε νέας μορφής κατασκευές, αλλά και η μελέτη της αναγκαιότητας ύπαρξής τους στη σύγχρονη ναυτιλιακή εποχή.

Ως Έξυπνα ή Ευφυή υλικά αναφέρονται τα συστήματα που έχουν την ικανότητα να μεταβάλλουν τη συμπεριφορά τους ή ορισμένα χαρακτηριστικά τους με δεδομένο και ελεγχόμενο τρόπο, μέσω μιας διέγερσης. Ένα ευφυές υλικό μπορεί να αποκριθεί προσαρμοζόμενο σε ένα περιβαλλοντικό ερέθισμα, όπως μια αλλαγή στη θερμοκρασία κάποια μηχανική επιβάρυνση, ένα ηλεκτρικό ρεύμα ή ένα μαγνητικό πεδίο που εφαρμόζεται σε αυτό. Τα έξυπνα υλικά έχουν αποτελέσει το αντικείμενο πολλών ερευνών τα τελευταία χρόνια και η εφαρμογή αυτών σε πλοία θα λάβει χώρα πολύ πιο σύντομα απ' ό τι πιστεύουμε.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	2
Abstract.....	3
Αφιερώσεις	4
Πρόλογος.....	5
Περιεχόμενα.....	6-8
Κατάλογος Εικονών.....	9
Κεφάλαιο 1	
Εισαγωγή.....	10
1.1. Σκοπός Εργασίας	10
1.2. Δομή Εργασίας.....	11
Κεφάλαιο 2	
Περιγραφή Έξυπνων Υλικών.....	12
2.1. Ιδιότητες Και Χαρακτηριστικά	12-13
2.2. Κατηγορίες	13
2.2.1.Τύπος I Υλικά Μεταβολής Ιδιότητας	14
2.2.2.Τύπος II Υλικά Ανταλλαγής Ενέργειας.....	14
2.2.3. Διαθέσιμες Κατηγορίες Έξυπνων Υλικών Για Πλοία.....	15-16
Κεφάλαιο 3	
Εφαρμογή Έξυπνων Υλικών Σε Πλοία.....	17
3.1. Παραμετρική Παρακολούθηση Συστημάτων.....	17
3.1.1 Συντήρηση Χώρων Προώσεως Και Ενέργειας Μέσω Ρομπότ	18
3.1.2 Φωτοχρωμική Βαφή Για Πρόβλεψη Βλαβών	18
3.1.3 Πρόληψη Βλαβών Μέσω Δονήσεων Και Κραδασμών	19
3.2. Αυτοεπισκευαστική Ικανότητα	19-21
3.3. Προστασία Υφάλων.....	21

Έξυπνα υλικά και εφαρμογή αυτών σε Πλοία –Βλάσσης Ευάγγελος

3.3.1. Μembrάνη Νανοτεχνολογίας.....	21
3.3.2. Καθαρισμός Γάστρας Μέσω Μη Επανδρωμένων.....	21-22
3.4. Εξοικονόμηση Ενέργειας	23
3.4.1. Εναλλακτικές Πηγές Ενέργειας	23-24
3.4.2. Παραγωγή Ενέργειας Μέσω Ήχου	25
3.4.3. Έξυπνα Κρύσταλλα	26-27
3.5. Διαδικασίες Ανάγκης	27
3.6. Σχεδιασμός Και Αρχιτεκτονική Εξωτερικών Και Εσωτερικών Τομέων	28
3.6.1 Έξυπνη Επικάλυψη Πλοίου(Smart Wrap)	28-29
3.6.2 Έξυπνος Φωτισμός	30

Κεφάλαιο 4

Αντιμετώπιση Ναυτιλιακών Εμποδίων	31
4.1. Επίδραση Στο Οικοσύστημα.....	31-32
4.2. Αποφυγή Ατυχημάτων.....	33
4.3. Αντιμετώπιση Πειρατείας.....	34
4.4. Απειλές Στον Κυβερνοχώρο	34-35

Κεφάλαιο 5

Εφαρμογή Σε Πολεμικά Πλοία.....	36
5.1. Τεχνολογία Απόκρυψης.....	36
5.2. Μείωση Της Ραδιοδιατομής	37
5.3. Χρήση Απορροφητικών Υλικών.....	37
5.4. Μείωση Της Θερμικής Υπογραφής	38
5.5. Τεχνολογία Απόκρυψης Πλάσματος.....	38

Κεφάλαιο 6

Συμπεράσματα Και Μελλοντική Εργασία

6.1. Συμπεράσματα	39
6.2. Μελλοντική Εργασία	39-40

Βιβλιογραφία 41-42

Κατάλογος Εικονών

- Εικόνα.1.1 Μεταγωγικό φορτηγό πλοίο του μέλλοντος
- Εικόνα.1.2 Ενεργειακά αυτόνομο ιστιοφόρο του μέλλοντος
- Εικόνα.3.1. Πιλοτήριο Γέφυρας πλοίου με οθόνες παραμετρικής παρακολούθησης συστημάτων υψηλής τεχνολογίας
- Εικόνα.3.2. Μοντελοποίηση πλήρως ηλεκτρικού πλοίου
- Εικόνα.3.3. Τοίχος με προσαρμοσμένα πιεζοηλεκτρικά συστήματα
- Εικόνα.3.4. Λειτουργία έξυπνου παράθυρου
- Εικόνα.3.5. Σύγχρονο εξωτερικό περιβάλλον πλοίου
- Εικόνα.3.6. Σύγχρονος εσωτερικός χώρος πλοίου με τεχνολογία Smart Wrap
- Εικόνα.3.7. Πολυέλαιος τεχνολογίας LED και οπτικών ινών
- Εικόνα.4.1. Σύγχρονος στόλος πλοίων που μεταφέρουν κοντέινερ
- Εικόνα.4.2. Πλοίο τροφοδοτούμενο από ηλιακά φωτοσυλλεκτικά πάνελ ευρείας επιφάνειας
- Εικόνα.4.3. Σύγχρονο drone απονηωμένο από εμπορικό πλοίο το οποίο αναγνωρίζει ύποπτο στόχο επικείμενης πειρατείας
- Εικόνα.5.1. Σύγχρονο πλοίο Stealth με τεχνολογία απόκρυψης σε υλικό και αρχιτεκτονική
- Εικόνα.5.2. USS Zumwalt Class, πλοίο Stealth με τεχνολογία απόκρυψης σε υλικό και αρχιτεκτονική και πυραυλικό σύστημα.

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή



Εικόνα.1.1 Μεταγωγικό φορτηγό πλοίο του μέλλοντος

1.1. Σκοπός Εργασίας

Η παρούσα εργασία έχει ως αντικείμενο την παρουσίαση της έννοιας αλλά και των βασικών ιδιοτήτων των έξυπνων υλικών, ως την πιο πολλά υποσχόμενη τεχνολογία στο χώρο της ναυτιλίας. Στο παρόν χρονικό διάστημα το μεγαλύτερο εύρος των πιλοτικών προγραμμάτων που αξιοποιούνται από τους ναυτιλιακούς κολοσσούς επικεντρώνεται σε αυτά τα υλικά με απώτερο σκοπό την ενσωμάτωση στους στόλους τους στο εγγύς μέλλον. Η εφαρμογή κάποιων κατηγοριών των έξυπνων υλικών ή μεταυλικών έχει εδώ και πολλά χρόνια καθιερωθεί στα Πολεμικά Ναυτικά ξένων χωρών όπως για παράδειγμα η τεχνολογία απόκρυψης(Stealth) σε αυτό των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής τα τελευταία τριάντα χρόνια. Ακόμη και σήμερα παραμένει κρατικό μυστικό το κράμα των υλικών από το οποίο κατασκευάστηκαν αυτά τα πλοία τα οποία ποτέ δεν επιχείρησαν λόγω κόστους σε αντίθεση με τα αντίστοιχα αεροπλάνα που βρίσκονται ενεργά και αναβαθμίζονται μέχρι και σήμερα.

1.2. Δομή Εργασίας

Στο κυρίως μέρος της εργασίας που ξεκινά από το δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μία παρουσίαση της έννοιας των έξυπνων υλικών, αναλύοντας τις ιδιότητες τα χαρακτηριστικά τους αλλά και την κατηγοριοποίηση τους.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται λόγος για την εφαρμογή των έξυπνων υλικών σε πλοία και τις δυνατότητες που προσφέρουν ή μπορούν να προσφέρουν σε αυτά με την μελλοντική ανάπτυξη αυτών των προγραμμάτων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μία ανάλυση της επίδρασης των έξυπνων υλικών σε εξωγενείς παράγοντες που επηρεάζουν την ορθή λειτουργία του πλοίου και επιπλέον πως η τεχνολογία των υλικών αυτών συμβάλει στην αντιμετώπιση των ανωτέρω όπως η πειρατεία και οι κυβερνόεπιθέσεις συστημάτων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται μία αρχική περιγραφή των Έξυπνων υλικών (μεταυλικών), στον τρόπο με τον οποίο αυτά συμβάλουν στην Άμυνα (Απόκρυψη τεχνολογίας Stealth) αλλά και στην λειτουργία τους ως αυτοεπισκευάσιμα υλικά σε περίπτωση πλήγματος (υλικές καταστροφές).

Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στα συμπεράσματα που βγήκαν μέσα από την εργασία αυτή, όπως επίσης και σε μελλοντική εκτέλεση παρόμοιας εργασίας.



Εικόνα.1.2 Ενεργειακά αυτόνομο ιστιοφόρο του μέλλοντος

Κεφάλαιο 2. Περιγραφή Έξυπνων Υλικών

Τα έξυπνα ή ευφυή υλικά, ως στοιχεία, και συστατικά μέρη, αλλά και ως μία νέα καινοτομία στον τομέα της ναυτιλίας κατέχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογών σε σύγχρονα πλοία. Βασικός σκοπός είναι η αποσαφήνιση του όρου έξυπνα υλικά, των εννοιών και των χαρακτηριστικών που τα διέπουν, η κατάταξή τους σαν χρήσιμα εργαλεία, καθώς και η διερεύνηση του ρόλου και των δυνατοτήτων εφαρμογής τους σε νέας μορφής κατασκευές, αλλά και η μελέτη της αναγκαιότητας ύπαρξής τους στη σύγχρονη ναυτιλιακή εποχή.

Ως Έξυπνα ή Ευφυή υλικά αναφέρονται τα συστήματα που έχουν την ικανότητα να μεταβάλλουν τη συμπεριφορά τους ή ορισμένα χαρακτηριστικά τους με δεδομένο και ελεγχόμενο τρόπο, μέσω μιας διέγερσης. Ένα ευφυές υλικό μπορεί να αποκριθεί προσαρμοζόμενο σε ένα περιβαλλοντικό ερέθισμα, όπως μια αλλαγή στη θερμοκρασία κάποια μηχανική επιβάρυνση, ένα ηλεκτρικό ρεύμα ή ένα μαγνητικό πεδίο που εφαρμόζεται σε αυτό. Τα έξυπνα υλικά έχουν αποτελέσει το αντικείμενο πολλών ερευνών τα τελευταία χρόνια και η εφαρμογή αυτών σε πλοία θα λάβει χώρα πολύ πιο σύντομα απ' ό τι πιστεύουμε.

Τα έξυπνα, ευφυή, ή αυτό-προσαρμοζόμενα συστήματα αποτελούνται από τρία βασικά στοιχεία, τους Αισθητήρες τους Ενεργοποιητές και τέλος τους Επεξεργαστές Ελέγχου.

2.1. Ιδιότητες και χαρακτηριστικά

Κάθε έξυπνο υλικό χαρακτηρίζεται από τις ιδιότητες του, οι οποίες διακρίνονται σε εσωτερικές και εξωτερικές. Οι εσωτερικές ιδιότητες του, που αναφέρονται στην μικροκλίμακα εξαρτώνται από την εσωτερική μοριακή δομή και τη χημική σύνθεση του υλικού. Τέτοιες ιδιότητες είναι συνήθως οι χημικές, οι μηχανικές, οι ηλεκτρικές, οι μαγνητικές και οι θερμικές. Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται η σκληρότητα, η αντοχή, το μέτρο ελαστικότητας αλλά και οι φυσικές του ιδιότητες, όπως η αγωγιμότητα, η ειδική θερμότητα, η πυκνότητα, καθώς και οι χημικές ιδιότητές του, όπως η αντιδραστικότητα και η διαλυτότητα. Οι εξωτερικές ιδιότητες του, εξαρτώνται κυρίως από τα ενεργειακά πεδία του περιβάλλοντός του, την αλληλεπίδρασή του με αυτό, καθώς και από τη μακρό-δομή του υλικού. Είναι αυτές οι οποίες γίνονται αντιληπτές από τις ανθρώπινες αισθήσεις, όπως το χρώμα, το σχήμα, η υφή.

Έξυπνα υλικά και εφαρμογή αυτών σε Πλοία –Βλάσσης Ευάγγελος

Τα πέντε θεμελιώδη χαρακτηριστικά τα οποία καθιστούν ένα υλικό έξυπνο, και συντελούν στην πιο εύκολη διάκρισή τους από τα παραδοσιακά υλικά που χρησιμοποιούνται μέχρι τώρα στην αρχιτεκτονική, είναι η αμεσότητα, δηλαδή να παράγουν ένα άμεσο αποτέλεσμα στο ερέθισμα που δέχονται σε πραγματικό χρόνο, η παροδικότητα, δηλαδή η δυνατότητά τους να αποκρίνονται σε περισσότερες από μία περιβαλλοντικές καταστάσεις, σε διαφορετικές συνθήκες και ποικίλα εξωτερικά ερεθίσματα, η αυτοενεργοποίηση, η εγγενής ευφυΐα τους να ενεργοποιούν μία αντίδραση σε ένα εξωτερικό ερέθισμα, η επιλεκτικότητα, που συνίσταται στο γεγονός ότι η απόκρισή τους είναι ξεχωριστή, ελεγχόμενη και προβλέψιμη, εφόσον είναι προγραμματισμένη από το στάδιο της κατασκευής τους και η ευθύτητα, που εντοπίζεται στο γεγονός ότι η απόκρισή τους είναι τοπική στο ενεργοποιητικό ερέθισμα, είναι στοχευόμενη και περιορισμένη.

Τα έξυπνα υλικά, αν και ανήκουν σε μια κατηγορία υλικών, παρουσιάζουν διαφορές και ομοιότητες μεταξύ τους. Παρόλα αυτά, ένας γενικός εσωτερικός διαχωρισμός που μπορεί να εφαρμοστεί, βασίζεται σε τέσσερα θεμελιώδη χαρακτηριστικά των έξυπνων υλικών, που τα ομαδοποιεί ως εξής:

- α. Η δυνατότητα μεταβολής ιδιότητας είναι ουσιαστικά η μεταβολή μιας ιδιότητας του υλικού ως απόκριση σε ένα εξωτερικό ερέθισμα. (χρωμικά, ηλεκτροχρωμικά, θερμοχρωμικά)
- β. Η Δυνατότητα ανταλλαγής ενέργειας η ικανότητά τους να μετατρέπουν την ενέργεια που δέχονται από το περιβάλλον σε ενέργεια άλλης μορφής και να την διοχετεύουν σ' αυτό. (Πιεζοηλεκτρικά, φωτοβολταϊκά)
- γ. Το Διακριτό μέγεθος και θέση αντιπροσωπεύει την τοποθέτησή τους στις πιο κατάλληλες θέσεις και οι ελάχιστες απαιτήσεις υποστήριξης.
- δ. Η αντιστρεψιμότητα είναι η ιδιότητά τους να αντιστρέφεται ο ρόλος της εισροής (ερέθισμα), και της παραγωγής ενέργειας (αντίδραση, αποτέλεσμα).

2.2. Κατηγορίες

Κάθε υλικό, σε κάθε περίπτωση, περιβάλλεται από ένα ενεργειακό περιβάλλον, με αποτέλεσμα την έκθεση του στις ευρύτερες περιβαλλοντικές συνθήκες και την απορρόφηση ενέργειας. Ανάλογα με τον τρόπο που το έξυπνο υλικό αντιδρά, δέχεται, επεξεργάζεται και εκμεταλλεύεται την εισερχόμενη ενέργεια, προκύπτουν δύο διαφορετικοί μηχανισμοί λειτουργίας, στους οποίους βασίζεται και η ταξινόμηση των υλικών σε δύο κατηγορίες, τα υλικά μεταβολής ιδιοτήτων (Τύπος I) και τα υλικά ανταλλαγής ενέργειας (Τύπος II).

2.2.1. Τύπος I Υλικά Μεταβολής Ιδιότητας

Στον τύπο I ανήκουν τα υλικά που υφίστανται αλλαγές σε μία ή περισσότερες από τις ιδιότητές τους σε άμεση απόκριση ενός εξωτερικού ερεθίσματος σχετιζόμενο με το περιβάλλον που περιβάλλει το υλικό. Η εισερχόμενη ενέργεια επιδρά στην εσωτερική ενεργειακή κατάσταση του υλικού μεταβάλλοντας την μοριακή δομή του, με συνέπεια την αλλαγή σε κάποια από τις ιδιότητες του υλικού. Η μεταβολή είναι άμεση και αναστρέψιμη, χωρίς να δημιουργείται η ανάγκη για εξωτερικό σύστημα ελέγχου. Το ίδιο το υλικό λειτουργεί ταυτόχρονα σαν αισθητήρας αλλά και σαν ενεργοποιητής, ελαχιστοποιώντας το συνολικό κόστος εφαρμογής και συντήρησης του συστήματος. Οι μεταβαλλόμενες ιδιότητες μπορεί να είναι εγγενείς ή εξωγενείς στο υλικό, επηρεάζοντας είτε μόνο την μικρό-δομή του είτε και την εξωτερική του εμφάνιση. Οι εσωτερικές ιδιότητες εξαρτώνται από την εσωτερική δομή και σύνθεση του υλικού. Πολλές από τις χημικές, μηχανικές, ηλεκτρικές, μαγνητικές και θερμικές ιδιότητες ενός υλικού είναι συνήθως εγγενείς. Οι εξωτερικές ιδιότητες εξαρτώνται από άλλους παράγοντες. Το χρώμα ενός υλικού, για παράδειγμα, εξαρτάται από τη φύση του εξωτερικού φωτός όσο και από την μικρό-δομή του υλικού που εκτίθεται στο φως. Τέτοια υλικά είναι τα Χρωμικά (θερμοχρωμικά, φωτοχρωμικά, μηχανοχρωμικά, ηλεκτροχρωμικά), τα υλικά αλλαγής φάσης, τα Πολυμερή που αυτοθεραπεύονται, Θερμοτροπικά, τα κράματα με μνήμη σχήματος

2.2.2. Τύπος II Υλικά Ανταλλαγής Ενέργειας

Σε αυτήν την περίπτωση δεν αλλάζει η μορφή του υλικού αλλά η ενεργειακή του κατάσταση. Η εισερχόμενη ενέργεια στον συγκεκριμένο τύπο υλικών δεν μπορεί να προκαλέσει οποιαδήποτε μεταβολή στο ίδιο το υλικό, με αποτέλεσμα να αυξάνει το ενεργειακό του επίπεδο. Καθώς τα άτομα του υλικού αδυνατούν να διατηρηθούν για πολύ χρόνο σε αυτή την κατάσταση, πρέπει να απελευθερώσουν την ενέργεια που έλαβαν. Έτσι, την μετασχηματίζουν σε εξαγόμενη ενέργεια άλλης μορφής, άμεσα και αντιστρέψιμα. Στα συμβατικά υλικά, η απελευθέρωση της επιπλέον ενέργειας γίνεται, συνήθως, με τη μορφή θερμότητας. Τα έξυπνα υλικά του τύπου II διακρίνονται για την ικανότητά τους να απελευθερώνουν την ενέργεια σε πιο εύχρηστη μορφή. Τα πιο γνωστά έξυπνα υλικά που ανταλλάσσουν ενέργεια είναι τα υλικά εκπομπής φωτός, τα πιεζοηλεκτρικά, τα ηλεκτροστατικά, τα θερμοηλεκτρικά και τέλος τα φωτοβολταϊκά

2.2.3. Διαθέσιμες Κατηγορίες Έξυπνων Υλικών Για Πλοία

Συνοπτικά σε ένα πλοίο μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι κάτωθι κατηγορίες Έξυπνων Υλικών:

A. Υλικά Αλλαγής Χρώματος

- θερμοχρωμικά [thermochromics] Υλικά που αλλάζουν χρώμα όταν προκύπτουν συγκεκριμένες θερμοκρασιακές μεταβολές.
- φωτοχρωμικά [photochromics] Υλικά που αλλάζουν χρώμα όταν εκτίθενται σε φως ή όταν αλλάζουν οι συνθήκες φωτισμού.
- μηχανοχρωμικά [mechanochromics] Υλικά που αλλάζουν χρώμα όταν υποβάλλονται σε μηχανικές εντάσεις ή/και παραμορφώσεις.
- χημοχρωμικά [chemochromics] Υλικά που αλλάζουν χρώμα όταν εκτίθενται σε συγκεκριμένες χημικές ουσίες ή περιβάλλοντα.
- ηλεκτροχρωμικά [electrochromics] Υλικά που αλλάζουν χρώμα όταν εκτίθενται σε ηλεκτρική τάση.
- υγροί κρύσταλλοι [liquid crystals] Υλικά που αλλάζουν χρώμα ή διαφάνεια όταν εκτίθενται σε ηλεκτρική τάση οπότε και αλλάζει η κατευθυντικότητα των μορίων τους. Ως συνέπεια αυτού, αλλάζει η οπτική διαπερατότητα ή/και τα χρώματα του ηλιακού φάσματος που αντανακλούν.

B. Υλικά Αλλαγής Φάσης

- ηλεκτρορεολογικά [electrorheological] Υλικά που αλλάζουν την πυκνότητα τους δραστικά όταν βρίσκονται σε περιβάλλον ηλεκτρικής τάσης. Η αλλαγή είναι τόσο έντονη που σχεδόν μετατρέπονται σε στερεό.
- μαγνητορεολογικά [magnetorheological] Υλικά που αλλάζουν την πυκνότητα τους δραστικά μετά την εφαρμογή ενός μαγνητικού πεδίου.
- κράματα μνήμης σχήματος [shape memory alloys] Πρόκειται κυρίως για κράματα τιτανίου και νικελίου τα οποία έχουν την ιδιότητα να μεταμορφώνονται σε συγκεκριμένες προγραμματισμένες μορφές όταν βρεθούν σε συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας ή ηλεκτρικής τάσης.

Γ. Φωτιζόμενα Υλικά

- ηλεκτροφωτιζόμενα [electroluminescents] Υλικά που είτε βασίζονται σε ημιαγωγούς (semiconductors) είτε σε ατέλειες των φωσφορικών στοιχείων και παράγουν ένα ήπιο φως όταν διαπερνώνται από ρεύμα χαμηλής τάσης.
- δίοδοι εκπομπής φωτός [Light-emitting diodes-LED] Πρόκειται για ημιαγωγούς ηλεκτροφωτιζόμενους αλλά με πολλές εφαρμογές και πολλές δυνατότητες.
- φωτοφωτιζόμενα [photoluminescents] Υλικά που απορροφούν το φως και το εκπέμπουν αργότερα με ηπιότερο τρόπο.
- χημοφωτιζόμενα [chemoluminescents] Υλικά που μετατρέπουν σε φως την ενέργεια χημικών αντιδράσεων.
- θερμοφωτιζόμενα [thermoluminescents] Υλικά που μετατρέπουν το πλεόνασμα ενέργειας από θερμότητα σε φως.
- φωτοβολταϊκά [photovoltaic] Υλικά που μετατρέπουν την ενέργεια που δέχονται από το φως (κυρίως ηλιακό) σε ηλεκτρικό ρεύμα.

Δ. Υλικά Αμφίδρομης Ανταλλαγής Ενέργειας

- πιεζοηλεκτρικά [piezoelectric] Υλικά που μετατρέπουν την ενέργεια από μηχανικές παραμορφώσεις σε ηλεκτρική τάση και αμφίδρομα με την παρουσία ηλεκτρικής τάσης παρουσιάζουν μηχανικές παραμορφώσεις που συνήθως δίνουν κινητική δύναμη.
- πυροηλεκτρικά [pyroelectric] Πρόκειται για ηλεκτρονικές μορφές αντλιών θερμότητας που μετατρέπουν την ηλεκτρική τάση σε κρύα/θερμή επιφάνεια. Χρησιμοποιούνται ευρέως στην κατασκευή προσωπικών υπολογιστών για την ψύξη των επεξεργαστών.
- θερμοηλεκτρικά [thermoelectric] Όμοια με τα πυροηλεκτρικά.
- ηλεκτροπεριοριστικά [electrorestrictive]. Υλικά στα οποία η εφαρμογή ενός ρεύματος μεταβάλλει την ενδοατομική απόσταση μέσω πόλωσης, με αποτέλεσμα την αλλαγή της ενέργειας του μορίου.
- μαγνητοπεριοριστικά [magnetorestrictive] Υλικά στα οποία η εφαρμογή ενός μαγνητικού πεδίου μεταβάλλει την ατομική απόσταση μέσω πόλωσης, με αποτέλεσμα την αλλαγή της ενέργειας του μορίου.

Κεφάλαιο 3. Εφαρμογή Έξυπνων Υλικών σε Πλοία

3.1. Παραμετρική Παρακολούθηση Συστημάτων

Ο πιο βασικός από τους αυτοματισμούς, των έξυπνων πλοίων αφορά την εγκατάσταση ενός ευρέος ασύρματου ή ενσύρματου μέσω οπτικών ινών δικτύου από αισθητήρες και κάμερες που συγκεντρώνουν στοιχεία για την πορεία του πλοίου, τη λειτουργία της μηχανής, τις τριβές, τη ροπή, τον άνεμο, τη θερμοκρασία και ανιχνεύουν και την παραμικρή ανωμαλία, ώστε να αποφεύγονται βλάβες, αλλά και συμβάντα ρύπανσης ή υπερκατανάλωση καυσίμων.



Εικόνα.3.1. Πιλοτήριο Γέφυρας πλοίου με οθόνες παραμετρικής παρακολούθησης συστημάτων υψηλής τεχνολογίας

Εφαρμογές βάση αλγόριθμων, που αναλύουν τον τεράστιο όγκο δεδομένων τα οποία συγκεντρώνονται από τους αισθητήρες, με τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο εφαρμογής των προγραμμάτων για την ανάπτυξη έξυπνων πλοίων ελέγχουν την κατάσταση των κύριων κινητήρων, την ενεργειακή απόδοση του πλοίου και τις εκπομπές ρύπων ώστε να γίνονται διορθωτικές ενέργειες με στόχο το μικρότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα με βάση την οικονομία.

3.1.1 Συντήρηση χώρων προώσεως και ενέργειας μέσω ρομπότ

Στα έξυπνα πλοία, διαφόρων τύπου Ρομπότ αναλαμβάνουν εργασίες που καθίστανται δύσκολες, επικίνδυνες και χρονοβόρες. Κατεβαίνουν στις δεξαμενές καυσίμου ελαίου και ύδατος του πλοίου, ελέγχουν αν υπάρχει διάβρωση, κάνουν παχυμετρήσεις της λαμαρίνας, και εκτελούν εντολές αποκατάστασης βλάβης που λαμβάνουν από τον χειριστή του κέντρου προώσεως και ενέργειας του πλοίου. Η έγκαιρη συντήρηση των μηχανών και της γάστρας μειώνει δραστικά τον χρόνο δεξαμενισμού και την απώλεια ημερών πλεύσης. Ομάδες ρομπότ και μικρό-ηλεκτρικά οχήματα του προγράμματος, με παλμική ηχώ και συστήματα ακουστικής τομογραφίας πραγματοποιούν τάχιστα ακριβείς μετρήσεις και υποστηρίζουν τη λήψη αποφάσεων με τη βοήθεια του ανθρωπίνου παράγοντα άνευ επαφής. Επίσης μπορούν να πραγματοποιήσουν εργασίες προληπτικής συντήρησης οι οποίες είναι μεν αυτοματοποιημένες αλλά δε χρονοβόρες για το προσωπικό. Τέτοιου τύπου ρομπότ μπορούν να εκτελέσουν πιο εύκολα εργασίες σε δύσκολες συνθήκες σε σχέση με τον άνθρωπο ακόμα και όταν το πλοίο χτυπηθεί από δυσμενείς καιρικές συνθήκες.

3.1.2 Φωτοχρωμική βαφή για πρόβλεψη βλαβών

Η παραμετρική παρακολούθηση των μηχανήματων και συστημάτων ενός πλοίου εκτελείται από ένα σύμπλεγμα αισθητήρων πίεσης, θερμοκρασίας, κραδασμών και στάθμης υγρού στοιχείου οι οποίοι καταλήγουν στο κέντρο ελέγχου του πλοίου και απεικονίζονται μέσω οθονών και διαφόρων, τύπων ενδείξεων, τις οποίες επιβλέπει ο κατάλληλος μηχανικός επόπτης της βάρδιας ή Αξιωματικός φυλακής. Οι αισθητήρες αυτοί μπορούν να προειδοποιήσουν τον χειριστή για μια μελλοντική βλάβη όταν όμως αυτή θα έχει ήδη ξεκινήσει έστω και αργά να καταστρέφει το μηχάνημα ή σύστημα. Έρχονται λοιπόν τα έξυπνα υλικά να δώσουν τη λύση σε αυτό το πρόβλημα. Η υπερθέρμανση μιας αντλίας παραδείγματος χάριν μπορεί να αποδοθεί οπτικά γρηγορότερα από έναν αισθητήρα, αν τοπικά δηλαδή στο κέλυφος της αντλίας που βρίσκεται στο μηχανοστάσιο έχει τοποθετηθεί χρωμοθερμική βαφή. Αυτό το έξυπνο υλικό θα έχει ρυθμιστεί και τοποθετηθεί έτσι ώστε όταν η αντλία ξεπεράσει το θερμοκρασιακό όριο ασφαλείας της να αλλάζει χρώμα και άμεσα να δείχνει στον επόπτη ασφαλείας ότι αρχίζει η φθορά της εν λόγω αντλίας με συνέπεια μία επικείμενη βλάβη. Με διαφορετικά χρώματα δηλαδή με διαφορετικά έξυπνα υλικά που αντιλαμβάνονται άλλα δεδομένα και ερεθίσματα θα μπορούσε να απεικονίζεται σε μια αντλία η βλάβη της από κραδασμούς σε βάσεις ή σε

κάποιο ζωτικό μέρος της, από εκκεντρότητα του άξονα της, από φθορά σε κάποιο ρουλεμάν

3.1.3 Πρόληψη βλαβών μέσω δονήσεων και κραδασμών

Οι μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί για τον εντοπισμό και την αξιολόγηση βλαβών και αστοχιών βασίζονται αρχικά στις οπτικές ίνες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση ρωγμών, παραμορφώσεων, δονήσεων, μέσω της ανάλυσης των χαρακτηριστικών του εκπεμπόμενου φωτός. Οι πιθανές αστοχίες μεταβάλλουν, με τρόπο ανιχνεύσιμο από υπολογιστικά συστήματα, την ποιότητα και την ένταση του φωτός και καταδεικνύουν την πιθανή βλάβη. Η τεχνολογία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε δομικά στοιχεία του πλοίου αλλά και σε κελύφη μηχανήματων και συστημάτων. Εν συνεχεία παρατηρούμε μετά από συνεχόμενες έρευνες ότι τα πιεζοηλεκτρικά υλικά μπορούν να προκαλούν ανιχνεύσιμα ηλεκτρικά σήματα όταν παραμορφώνονται από διάφορες δυνάμεις, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό δομικών παραμορφώσεων σε επιλεγμένα, μη ορατά, σημεία της κατασκευής του σκάφους. Πιεζοηλεκτρικές συσκευές έχουν αναπτυχθεί για τον έλεγχο των δονήσεων, ενώ πιεζοηλεκτρικές βαφές μελετώνται με μελλοντικούς παρόμοιους στόχους. Στην ανίχνευση δονήσεων και κραδασμών συμβάλουν και τα μαγνητό-περιοριστικά υλικά που μετατρέπουν τη μηχανική ενέργεια, που σχετίζεται με μηχανικές τάσεις, σε μαγνητική, και αντίστροφα και διαμορφώνονται σε μικρά στοιχεία τα οποία ενσωματώνονται και διανέμονται στο εσωτερικό του υλικού που μας ενδιαφέρει. Οι μετρήσεις, στη συνέχεια, λαμβάνονται με βάση τα επίπεδα μαγνητικής ροής στο υλικό, όταν υφίσταται τάση, προσφέροντας ενδείξεις της παρουσίας αστοχιών, στην τεχνολογία ηλεκτρικής αντίστασης στην οποία οι διάφορες τάσεις επηρεάζουν τα προσαρμοσμένα στα δομικά μέλη καλώδια προκαλώντας μεταβολές στην ηλεκτρική αντίσταση, οι οποίες ανιχνεύονται και αξιολογούνται από τον χειριστή.

3.2. Αυτοεπισκευαστική ικανότητα

Ένας από τους σημαντικότερους τομείς στη σύγχρονη ναυτιλία είναι αυτός του χρόνου αποκατάστασης μίας βλάβης σε κάποιο σύστημα ή σε κάποιο μηχανήμα. Εξετάζεται εάν αυτή η επισκευή μπορεί να εκτελεστεί εν πλω κατά τη διάρκεια του ταξιδιού ή θα πρέπει το πλοίο να επιστρέψει σε κάποιον λιμένα για ανταλλακτικά και η εργασία να αναληφθεί από επισκευαστικό φορέα. Σε μία εταιρία όλα τα παραπάνω συνεπάγονται με το κέρδος και τη ζημία που τελικά θα έχει. Αρκετά χρόνια τώρα

Έξυπνα υλικά και εφαρμογή αυτών σε Πλοία –Βλάσσης Ευάγγελος

επιστημονικές ομάδες δουλεύουν πάνω στην αυτοεπισκευαστική ικανότητα των πλοίων σε μερη ζωτικών μηχανημάτων όπως ακόμα λαμαρινών και δικτύων(σωληνώσεις) από τα οποία περνάνε ρευστά όπως νερό, λάδι, πετρέλαιο και τα οποία μπορούν αν πάσα στιγμή λόγω παλαιότητας και κακής συντήρησης να προδώσουν την αξιοπιστία των πρώτων. Σε περίπτωση μίας διαρροής με εισροή θαλάσσης εντός του πλοίου από σχισμή σε λαμαρίνα ή σε αυτοδιάτρηση σωλήνα θα μπορούσε να τοποθετηθεί ένα ελαστικό υδρόφοβο εύπλαστο υλικό το οποίο με την αίσθηση υγρασίας αυξάνει την σκληρότητα του κατά εκατό φορές. Το υλικό αυτό αποτελείται από δύο συστατικά, κυκλοφορεί στο εμπόριο και ονομάζεται plastic-steel. Μπορεί να τοποθετηθεί σε πλαστικό και μέταλλο και μέσω ανταλλαγής ιόντων κατά την διάρκεια της επικόλλησης του στη σχισμή ή τρύπα λειτουργεί σαν μαγνήτης και δεν αφήνει καμία ελεύθερη επιφάνεια καθ' όλη την ακτίνα του.

Κατά τη διάρκεια προσέγγισης ενός πλοίου σε λιμένα υπάρχει πάντα ο κίνδυνος σύγκρουσης του με το προβλήτα. Αυτό μπορεί να συμβεί σε περίπτωση χειριστικού λάθους αλλά και λόγω αντίξων καιρικών συνθηκών. Σε περίπτωση σχισμής ή οπής στη πλευρά του πλοίου από σύγκρουση μπορεί να επενεργήσει η τεχνολογία αυτόθεραπευόμενου σκυροδέματος που υφίσταται ήδη σε καινούργια καινοτόμα κτήρια στο εξωτερικό, στο Τόκυο της Ιαπωνίας πιο συγκεκριμένα και ιδίως σε περιοχές με έντονες σεισμικές δονήσεις. Το Αυτόθεραπευόμενο σκυρόδεμα είναι ένα σκυρόδεμα που μπορεί να θεραπεύσει τα «τραύματά» του. Το έχει εφεύρει η ομάδα του καθηγητή Henk Jonkers, στο Delft University of Technology, στην Ολλανδία, στην προσπάθειά της να καταστήσει πιο ανθεκτικό το πλέον διαδεδομένο οικοδομικό υλικό στον κόσμο. Το σκυρόδεμα, όσο προσεκτικά και αν αναμειχθεί και ενισχυθεί, έχει διαπιστωθεί πως είναι εξαιρετικά δύσκολο να αποφύγει τις ρωγματώσεις, με συνηθέστερες επιπτώσεις τις διαρροές νερού και τη διάβρωση του χάλυβα. Το νέο σκυρόδεμα, το οποίο αναμιγνύεται ακριβώς όπως το κανονικό σκυρόδεμα, αλλά με ένα επιπλέον συστατικό τον επονομαζόμενο «θεραπευτικό παράγοντα», ο οποίος παραμένει ανέπαφος κατά την ανάμειξη και καθίσταται ενεργός όταν εμφανιστούν ρωγμές, από τις οποίες αρχίζει να περνά νερό. Όταν δημιουργηθούν ρωγμές στο σκυρόδεμα, το νερό περνά και διασπά τις κάψουλες, οι οποίες «τρέφουν» τα βακτήρια, συνδυάζουν το ασβέστιο με ανθρακικά ιόντα, για να σχηματίσουν ασβεστίτη, ή ασβεστόλιθο, ο οποίος κλείνει τις ρωγμές.

Σε επίπεδο πλοίου χρησιμοποιείται μία καινοτόμα νανοτεχνολογία με νανοσωματίδια που εμφανίζουν ιδιότητες μοναδικές και πρωτοφανείς, που οφείλονται αποκλειστικά και μόνο στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά τους, δηλαδή στο μέγεθος και στο σχήμα τους. Ως αποτέλεσμα, παρουσιάζονται νέες ιδιότητες ή ενισχύονται σημαντικά ήδη υπάρχουσες, όπως η σκληρότητα, η αντοχή, η ελαστικότητα, η διάρκεια ζωής. Παρά τα πρόσφατα ευρήματα για την περιβαλλοντική τους τοξικότητα, τα νανοϋλικά όπως το διοξείδιο του τιτανίου, χρησιμοποιούνται ως συστατικά στη παραγωγή δομικών

Έξυπνα υλικά και εφαρμογή αυτών σε Πλοία –Βλάσσης Ευάγγελος

κατασκευαστικών στοιχείων-εξαρτημάτων, κατασκευασμένα από οπλισμένο σκυρόδεμα, χυτευμένα μέταλλα. Αυτή η τεχνική μπορεί να βελτιώσει τις αντιδιαβρωτικές ιδιότητες, την πλαστικότητα, την ελαστικότητα, τη φαθυρότητα των λαμαρινών από τις οποίες κατασκευάζονται πλοία. Παράδειγμα της χρήσης των νανοϋλικών αποτελεί ο νανοενισχυμένος χάλυβας που χρησιμοποιήθηκε στο κατάστρωμα της γέφυρας της Iowa, USA με στόχο την ανάπτυξη αντιδιαβρωτικών ιδιοτήτων καθώς και μηχανικών δυνατοτήτων μέσω της χρήσης του νανοχάλυβα. Όπως αναφέραμε σε προηγούμενη παράγραφο, με τη μέθοδο της πρόληψης βλαβών μέσω δονήσεων και κραδασμών, σε περίπτωση πλήγματος της λαμαρίνας του πλοίου, ξεκινάει μία διαδικασία καταγραφής μέσω δικτύου αισθητήριων οπτικών ινών και εκκινεί μία διαδικασία αυτοθεράπευσης της λαμαρίνας με τη βοήθεια έξυπνων αυτοθεραπευόμενων υλικών, όπως στο προαναφερθέν απλό σκυρόδεμα.

3.3. Προστασία υφάλων

Η προστασία των υφάλων του πλοίου από την άλγη, καθίσταται ως από τα πιο σημαντικά κεφάλαια στον τομέα της ναυτιλίας καθώς όταν ένα πλοίο υποβάλλεται σε δεξαμενισμό για καθαρισμό και βαφή η εταιρία του ζημιώνεται υπέρμετρα τόσο για την αποκατάσταση όσο και για τις χαμένες ημέρες εν πλω.

3.3.1. Μembrάνη νανοτεχνολογίας

Το εργαστήριο νανοτεχνολογίας του Δημοκρίτου, συνίσταται στη δημιουργία μιας μεμβράνης η οποία στρώνεται πάνω στα Ύφαλα και τα κάνει αδιάβροχα, άρα αποτρέπει τη δημιουργία άλγης και στρειδώνας(ξερά φύκια και κοράλλια επικολλημένα στη γάστρα του πλοίου). Με βάση το φαινόμενο *Salvinia*, ενός αυστραλιανού φύκου, το οποίο επιπλέει καθώς έχει μια υδρόφοβη και μια υδρόφιλη επιφάνεια, μεταξύ των οποίων υπάρχει ένα στρώμα αέρα, αναπτύχθηκε ένα νανοϋλικό το οποίο παγιδεύει ένα στρώμα αέρα όταν βυθίζεται στο νερό. Το υλικό αυτό απλώνεται πάνω σε μια αυτοκόλλητη μεμβράνη που ντύνει και εν συνεχεία προστατεύει τα Ύφαλα του πλοίου σαν μία αόρατη ασπίδα.

3.3.2. Καθαρισμός γάστρας μέσω μη επανδρωμένων

Ένα σύγχρονο πλοίο προστατεύει τα Ύφαλα του με παθητική και ενεργητική καθοδική και ανοδική προστασία. Η πρώτη επεμβαίνει στη γάστρα μέσω ψευδάργυρων οι

οποίοι μέσω τις ιδιότητάς τους οξειδώνονται και θυσιάζονται προστατεύοντάς τη. Η δεύτερη προστασία μέσω ηλεκτρικού σήματος ενεργοποιεί μεταλλικές βέργες(ανόδια) και μέσω μιας διαδικασίας διέγερσης ιόντων δημιουργεί ένα φιλμ προστασίας στη γάστρα του πλοίου. Παρ' όλα αυτά η διάβρωση, οι καθαλατώσεις και η στρειδώνα εμφανίζονται με τον καιρό. Το έξυπνο πλοίο μέσω ειδικών αισθητήριων διατάξεων μπορεί να αντιληφθεί την εμφάνιση τους και να στείλει μη επανδρωμένα οχήματα για τον καθαρισμό. Η διαδικασία θα μπορούσε να γίνει και εν πλω με απώτερο στόχο το πλοίο να πετύχει την ταχύτητα που επιθυμεί με την μικρότερη κατανάλωση ενέργειας. Επιπλέον, τα μη επανδρωμένα υποβρύχια οχήματα που δουλεύουν κάτω από το νερό, και επιθεωρούν εξωτερικά τη γάστρα του πλοίου, είναι σε θέση να ανιχνεύουν τυχόν φθορές στην προπέλα και στο κύτος του βαποριού και να πραγματοποιούν επικείμενες επισκευές με τη συμβολή των έξυπνων υλικών.

3.4. Εξοικονόμηση Ενέργειας

Τη μέγιστη ενεργειακή απόδοση των πλοίων επιδιώκει μία σειρά από πιλοτικά προγράμματα που βρίσκονται υπό συζήτηση μέχρι και σήμερα. Η αντίσταση στον καιρό καταναλώνει μεγάλες ποσότητες καυσίμου, έτσι οι αυτοματισμοί του έξυπνου πλοίου δύναται να βρουν τη βέλτιστη διαδρομή με βάση τον καιρό. Με αυτόν τον τρόπο πετυχαίνουμε τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμων και το μικρότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Αλγόριθμοι, με δεδομένα όπως μετεωρολογικές προβλέψεις, ύψος, περίοδος και διεύθυνση του κύματος, ταχύτητα του ανέμου, υδροδυναμική του πλοίου, καταστρώνουν τη βέλτιστη διαδρομή και υποδεικνύουν ενδεχόμενες παρεκκλίσεις ή και κατάλληλες αυξομειώσεις της ταχύτητας του πλοίου. Επίσης, με μία σειρά από εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης(AI) και θεωρίας πιθανοτήτων πετυχαίνουμε τον βέλτιστο ευτρεπισμό (trim) του πλοίου. βάση τα υδροδυναμικά δεδομένα του καραβιού, τις ταχύτητες που αναπτύσσει και την αντίσταση σε νερό και αέρα ορίζεται το αποδοτικότερο βύθισμα της πλώρης. Στόχος είναι πάντα ο περιορισμός της χαμένης ταχύτητας και η αύξηση της ωφέλιμης ενέργειας, με εφαρμογές που θα επιφέρουν τη μεγαλύτερη απόδοση.

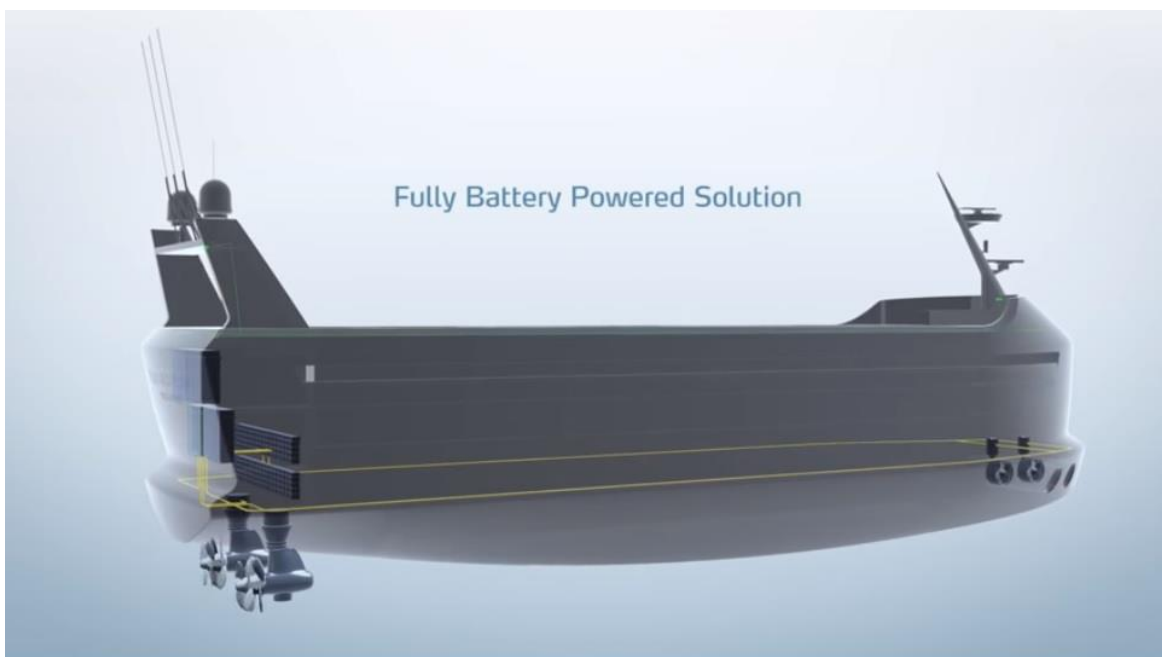
3.4.1. Εναλλακτικές πηγές ενέργειας

Στο κοντινό μέλλον τεχνικά συστήματα θα αξιοποιούν στο μέγιστο τις εναλλακτικές πηγές ενέργειας, προσδιορίζοντας τι προσανατολισμό θα έχουν οι ανεμογεννήτριες, και τα φωτοβολταϊκά που έγκειται να εγκατασταθούν στο πλοίο με στόχο την βέλτιστη

Έξυπνα υλικά και εφαρμογή αυτών σε Πλοία –Βλάσσης Ευάγγελος

απορρόφηση ενέργειας από τις δυνάμεις της φύσης. Ανάλογα με το πλοίο κατά περίπτωση το καταλληλότερο ενεργειακό καύσιμο μπορεί να είναι τα βιοκαύσιμα, το φυσικό αέριο, το υδρογόνο αλλά και ο ηλεκτρισμός βάση της τεχνολογίας κυψελικών δομών καυσίμου που χρησιμοποιείται στα σύγχρονα συμβατικά υποβρύχια τα οποία κατέχει και η Ελλάδα, Επιπλέον, διμεταλλικοί μανδύες που εφαρμόζονται στις εξαγωγές καυσαερίων του βαποριού θα μετατρέπουν, χρησιμοποιώντας το φαινόμενο “peltier”, τη θερμότητα σε ηλεκτρισμό με στόχο την αποθήκευση της για μελλοντική χρήση σε περιπτώσεις ανάγκης όπως σε απώλεια ολικής ηλεκτρικής ισχύος.

Στα έξυπνα πλοία του μέλλοντος, οι μηχανές, ντιζελοκινητήρες και αεριοστρόβιλοι που θέτουν σε κίνηση την προπέλα θα αντικατασταθούν από ηλεκτρικό-επαγωγικούς κινητήρες. Ηλεκτρική ενέργεια θα χρησιμοποιείται επίσης σε όλες τις διατάξεις κατανάλωσης ισχύος, όπως είναι οι αντλίες, οι συμπιεστές, τα συστήματα ελέγχου και επιτήρησης, αλλά και ο κλιματισμός. Το πλήρως εξ’ ηλεκτρισμένο πλοίο χαρακτηρίζεται από σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως η αυξημένη δυνατότητα ελιγμών λόγω των ελάχιστων απωλειών ωφέλιμου έργου, ο ακριβής έλεγχος της ταχύτητας και της θέσης του πλοίου, η εξοικονόμηση χώρου, καθώς και τα χαμηλότερα επίπεδα εκπομπών θορύβου και αέριων ρύπων. Η μόλυνση του περιβάλλοντος και το φαινόμενο θερμοκηπίου στο οποίο συντελεί και η εκπομπή των καυσαερίων από τα παλαιότερα τύπου πλοία έχουν οδηγήσει σε αυστηρότερους κανονισμούς σε σχέση με τις εκπομπές ρύπων και την εξοικονόμηση καυσίμου, οπότε η τεχνολογία αυτή βρίσκεται προ των πυλών.

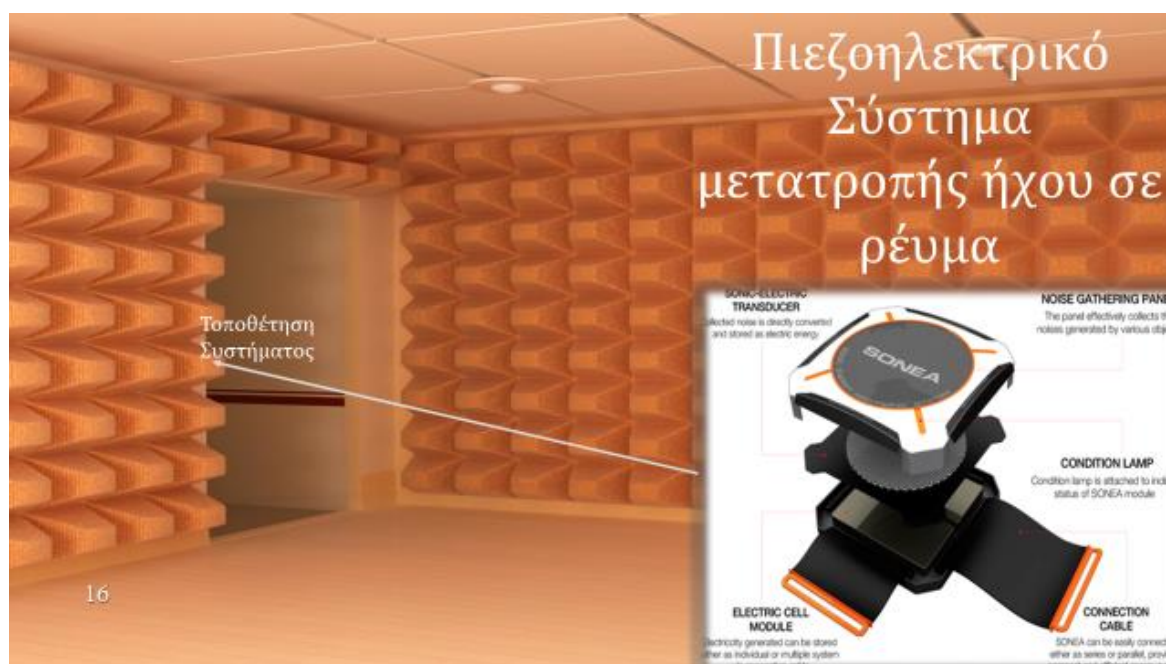


Εικόνα.3.2. Μοντελοποίηση πλήρως ηλεκτρικού πλοίου

Με αυτήν την τεχνολογία, το μεγαλύτερο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι αποθηκευμένο στο καράβι σε συστοιχίες μπαταριών ιόντων και λιθίου, ή θα παράγεται εν πλω και θα δαπανάται για την πλεύση του. Παρά το ότι η ηλεκτροκίνηση είναι σήμερα αρκετά ανεπτυγμένη, αφού εφαρμόζεται ήδη σε αυτοκίνητα και τρένα, στην περίπτωση των πλοίων οι ηλεκτρικές μηχανές θα πρέπει να είναι πολύ πιο ισχυρές. Επειδή όμως οι συσσωρευτές ενέργειας ή αλλιώς μπαταρίες δεν μπορούν να εξασφαλίσουν την απαραίτητη αυτονομία σε ένα καράβι, έρχονται τα έξυπνα υλικά να δώσουν τη λύση στο πρόβλημα όπως θα αντιληφθούμε στη συνέχεια της εργασίας.

3.4.2. Παραγωγή ενέργειας μέσω ήχου

Στα μηχανοστάσια και ηλεκτροστάσια των πλοίων και γενικά στους χώρους προώσεως και ενέργειας επικρατούν υψηλά ποσοστά θορύβου.

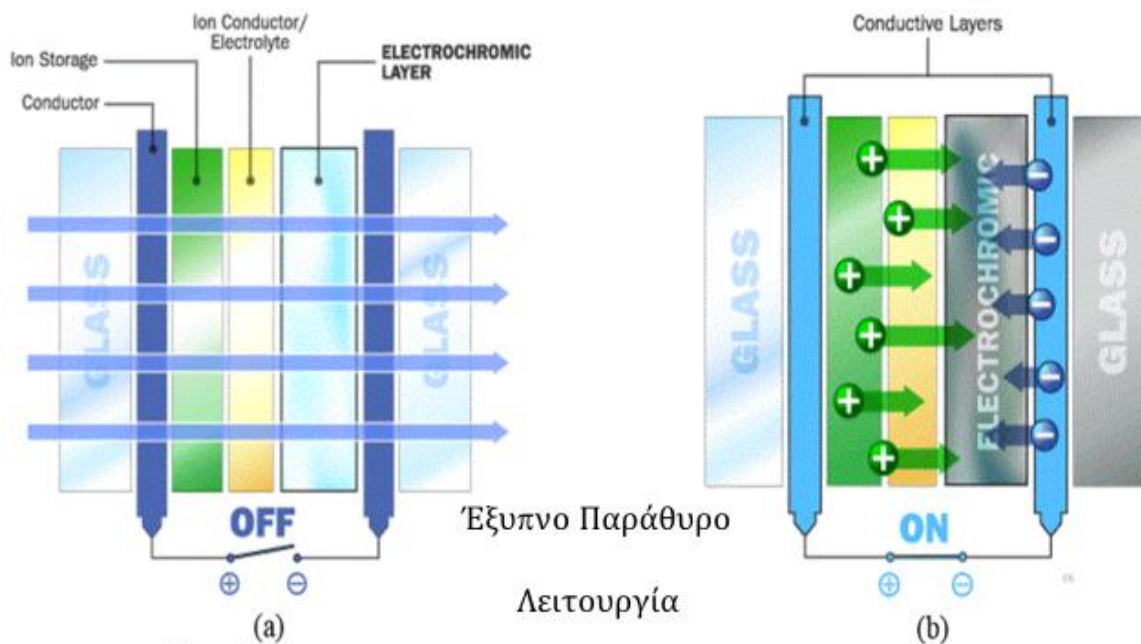


Εικόνα.3.3. Τοίχος με προσαρμοσμένα πιεζοηλεκτρικά συστήματα

Τα υψηλά decibel που παράγονται έμεναν για τόσο καιρό ανεκμετάλλευτα μέχρι σήμερα. Με ειδικά τοποθετημένα εξαρτήματα στους τοίχους των μηχανοστασίων για την μέγιστη απορρόφηση του ήχου μέσω πιεζοηλεκτρικών συστημάτων θα μπορεί να παράγεται ενέργεια σε επίπεδο μικρής καθημερινής τροφοδότησης, τροφοδότησης ανάγκης αλλά και αποθήκευσης αυτής σε μπαταρίες.

3.4.3. Έξυπνα κρύσταλλα

Ένα νέο υλικό για την κατασκευή έξυπνων κρυστάλλων(παραθύρων) στο διαμέρισμα της γέφυρας του πλοίου που βασίζεται σε άμορφα νανοϋλικά μπορεί να ελέγχει τη μετάδοση της θερμότητας και του φωτός με πρωτοφανή αποτελεσματικότητα.



Εικόνα.3.4. Λειτουργία έξυπνου παραθύρου

Το υλικό, που αναπτύχθηκε από μια ερευνητική ομάδα του Πανεπιστημίου Όστιν στο Τέξας των ΗΠΑ, μπορεί να τοποθετηθεί εκτός από κρυστάλλινες και σε πλαστικές(PVC) επιφάνειες, γεγονός που το καθιστά φθηνότερο και ευκολότερο να εφαρμοστεί από άλλα υλικά που συνήθως απαιτούν γυαλί. Το υλικό δίνει τη δυνατότητα ρύθμισης της φωτεινότητας ενός παραθύρου ή μίας γυάλινης οροφής, ανάλογα τις ανάγκες του πλοίου. Η εναλλαγή του βαθμού αδιαφάνειας γίνεται πιο γρήγορα και απαιτεί λιγότερη ενέργεια από ό,τι προηγούμενες παρόμοιες τεχνολογίες. Το εύκαμπτο ηλεκτροχρωμικό υλικό επικάλυψης απαιτεί μόλις τέσσερα βολτ για να φωτίσει ή να σκιάσει την επιφάνεια. Όταν το έξυπνο παράθυρο είναι φωτεινό, επιτρέπεται η διέλευση υπέρυθρης ακτινοβολίας που παράγει θερμότητα, με αποτέλεσμα τη θέρμανση του εσωτερικού χώρου. Όταν «σκουραίνει» το παράθυρο μπλοκάρεται η ακτινοβολία και επομένως η θέρμανση, προσφέρονται άνεση στο στον εσωτερικό χώρο και μειώνοντας παράλληλα το κόστος του κλιματισμού. Το υλικό είναι διαφορετικό από άλλα άμορφα υλικά, τα οποία συνήθως παράγονται σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Τα συμβατικά άμορφα υλικά έχουν συνήθως

μία πυκνότερη τρισδιάστατη συνδεδεμένη δομή. Ωστόσο, η δομή του νέου υλικού, με βάση το συμπυκνωμένο οξείδιο του νιοβίου, επιτρέπει στα ιόντα να ρέουν πιο ελεύθερα, πράγμα που με τη σειρά του βελτιώνει την απόδοση του έξυπνου παραθύρου. Το παράθυρο αυτό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στη Γέφυρα του πλοίου ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν κατά τη διάρκεια της αποστολής του.

3.5. Διαδικασίες ανάγκης

Σε περίπτωση εκκένωσης του πλοίου άτομα με κινητικά προβλήματα δεν θα αντιμετωπίζουν κανένα πρόβλημα. Αυτοματοποιημένα συστήματα βάση αισθητήρων αζιμουθιακών χαρακτηριστικών και μέτρησης κραδασμών θα, κάνουν χρήση ειδικών σκαφών που είναι προσβάσιμα σε όλους και κατεβαίνουν αυτόματα σε σήμα συναγερμού, χωρίς την παρέμβαση του πληρώματος. Συγκεκριμένα, διώροφα καταμαράν, που χρησιμοποιούνται ως κανονικοί χώροι αναψυχής κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας του πλοίου, σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης θα αποκολλούνται από το πλοίο και θα μετατρέπονται σε σωστικές λέμβους, στις οποίες επιβάτες και πλήρωμα εισέρχονται από το κατάστρωμα. Τα καταμαράν, που είναι πλήρως εξοπλισμένα με κάμερες και συστήματα προγραμματισμού της εκκένωσης και αυτόματου εντοπισμού και καταμέτρησης επιβατών, κατεβαίνουν με ειδικές ράμπες στη θάλασσα. Με ειδικό εξοπλισμό ανιχνεύουν διερχόμενα πλοία και αποστέλλουν σήμα στο κοντινότερο ή κατευθύνονται στην πλησιέστερη στεριά.

Με γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας, που ενισχύουν τη ζωντανή εικόνα με δεδομένα από υπολογιστή, θα αντιμετωπίζονται οι πυρκαγιές πάνω στα πλοία και θα οργανώνεται, αν είναι απαραίτητο, η εκκένωσή τους. Τα γυαλιά αυτά θα είναι κατασκευασμένα από έξυπνα υλικά(θερμοχρωμικά, φωτοχρωμικά, με υλικά ανταλλαγής ενέργειας και τεχνολογία υγρών κρυστάλλων) και θα εκμεταλλεύονται πλήρως τις ιδιότητες τους με πλήρη ενεργειακή αυτονομία κατά τη λειτουργία τους. Ο πυροσβέστης με τα γυαλιά βλέπει πέρα από το ορατό: αν το σύστημα πυρόσβεσης λειτουργεί και πώς να το χρησιμοποιήσει, ποια σημεία έχει καταστρέψει η πυρκαγιά, ποιες είναι οι διαδρομές επίθεσης για την έγκαιρη καταπολέμηση της όπως και διαφυγής για το προσωπικό. Ο χρήστης αυτής της τεχνολογίας θα έχει πρόσβαση σε όλες τις τεχνικές καινοτομίες ψηφιακές βιβλιοθήκες, βίντεο, εικονική πραγματικότητα, προσομοιώσεις, σενάρια, στρατηγικές. Μέλη πληρωμάτων εκπαιδεύονται ήδη, στο πλαίσιο του προγράμματος "Naftes", σε συνθήκες πραγματικής πυρκαγιάς στο Ναυτικό Κλιμάκιο Σκαραμαγκά του Πολεμικού Ναυτικού. Παράλληλα, εικονικοί νοσοκόμοι μπορούν να καθοδηγούν μέλη του πληρώματος σε στάδια καρδιοαναπνευστικής ανάνηψης συναδέλφου τους, ενώ ιατρικό

προσωπικό από την ξηρά τους παρέχει συμβουλές. Η πλατφόρμα “Seahealth” ένα λογισμικό τηλεϊατρικής δίνει τη δυνατότητα άμεσης επέμβασης για μια μεγάλη γκάμα προβλημάτων υγείας εν πλω, όπως αποτυπώθηκαν από τους ίδιους τους ναυτικούς και την Ιατρική Σχολή Αθηνών.

3.6 Σχεδιασμός και αρχιτεκτονική εξωτερικών και εσωτερικών τομέων

3.6.1 Έξυπνη επικάλυψη πλοίου(Smart Wrap)

Το Smart Wrap, είναι μια νέα τεχνολογία στον τομέα της αρχιτεκτονικής που παρουσιάζει πολλά και σημαντικά πλεονεκτήματα τόσο σε θέματα κατασκευαστικών μεθόδων όσο και σε θέματα αισθητικής. Η συγκεκριμένη τεχνική επιτυγχάνει να δώσει λύση σε αρκετά ζητήματα που απασχολούν, συγκεράζοντας τις ιδιότητες ενός τοίχου με την διαφάνεια που προσφέρει ένα άνοιγμα. Είναι μια νέα και σπάνια τεχνολογία με προδιαγραφές για μια βιώσιμη και προσιτή επιλογή για την κατασκευή πλοίων με έξυπνα κελύφη.

Η εξωτερική επιφάνεια του υλικού είναι ένα άχρωμο, διαφανές, στατικό πλαστικό, το οποίο έρχεται να δώσει μια νέα διάσταση στην υπόσταση του κελύφους του πλοίου. Το υλικό αυτό αντανakλά σε ένα βαθμό την προσπίπτουσα ακτινοβολία, έτσι αναμειγνύεται η πραγματική εικόνα με την εικόνα μιας αντανάκλασης. Η τελευταία δεν έχει μεγάλη ένταση αλλά καταφέρνει να δημιουργήσει μια ειδυλλιακή ατμόσφαιρα, μια πρόσοψη που συσχετίζει εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον, ρεαλιστικό και ουτοπικό παρόν, δημιουργεί νοητικές και φανταστικές εικόνες, περιπλέκοντας τις αισθήσεις του χρήστη. Αν ακολουθήσουμε κοιτάζουμε έναν άνθρωπο μέσα από δύο υαλωμένα πλάνα, δεν ξέρουμε ποτέ αν βλέπουμε τον άνθρωπο μέσα από διαφάνεια, μπροστά, πίσω ή την αντανάκλαση του ανθρώπου. Η διάδραση ενεργοποιείται με την ανθρώπινη παρουσία και εκφράζεται με το φωτισμό και την κίνηση. Η ‘Εικόνα.3.5’ αναπαριστά μια κατασκευή σαν στέγαστρο σε εξωτερικό κατάστρωμα πλοίου. Η πτυχωτή επιφάνεια που δημιουργείται αποτελείται από τη συρραφή διαφορετικών ειδών γεωμετρικών σχημάτων. Ηλεκτροφωτοβόλοι προβολείς οι οποίοι παράγουν το φωτισμό, με προσανατολισμό της “ωφέλιμης” επιφάνειας προς τα κάτω και είναι τα κομμάτια που κρύβονται όταν η γεωμετρία κλείνει, ενώ ευαισθητοποιημένες μέσω βαφής ηλιακές κυψέλες οι οποίες απορροφούν την ηλιακή ενέργεια αποθηκεύοντάς τη σε μπαταρίες στη βάση, με στόχο όλο το μοντέλο να τροφοδοτείται από αυτές κατά τη διάρκεια της ημέρας. Στο μοντέλο αυτό υφίστανται αισθητήρες απόστασης που μπορούν να αντιληφθούν κίνηση και να αυξομειώνουν το

Έξυπνα υλικά και εφαρμογή αυτών σε Πλοία –Βλάσσης Ευάγγελος

φωτισμό τους δημιουργώντας ένα κινούμενο τοπίο, πραγματοποιώντας ανάλογα με την απόσταση του θεατή μια ελάχιστη κίνηση που μοιάζει να έχει το ρυθμό αναπνοής.

Όλο το σύστημα στηρίζεται σε διαφορετικών διαστάσεων καθ' ύψος χυτές κολόνες από βιοπλαστικό που στο εσωτερικό τους φιλοξενούν την απαραίτητη, για τη μεταφορά της ενέργειας στις μπαταρίες, καλωδίωση. Η παραγόμενη ενέργεια αποθηκεύεται σε μπαταρίες κάτω από την πλατφόρμα και στη συνέχεια διανέμεται μέσω μικροεπεξεργαστών στα αντίστοιχα στοιχεία.



Εικόνα.3.5. Σύγχρονο εξωτερικό περιβάλλον πλοίου

Η λάμψη του φωτός που προσπίπτει στο περίβλημα αυτό, του προσδίδει ένα φωτεινό χαρακτήρα, κάνοντάς το ήπιας έντασης αλλά αυτόνομη πηγή φωτός για το εγγύς περιβάλλον του. Το εξωτερικό στρώμα του έξυπνου πολυμερούς αποτελείται από διάφορα μικρότερα έξυπνα υλικά στην κλίμακα του ανθρώπου.

Αν και οι διαστάσεις τους μπορούν να μεταβληθούν, αυτά δημιουργούν μια συγκινησιακή σχέση με τον χρήστη γιατί η θέση και ο ρόλος των υλικών αυτών πάνω στο κέλυφος, θυμίζουν φύλλα ενός δέντρου, που λειτουργούν για να το προστατεύουν, για να φωτοσυνθέτουν, για να το ομορφαίνουν και να το κάνουν ξεχωριστό. Έτσι ο χρήστης αισθάνεται το μέτρο μιας τάξης, αισθάνεται ότι βρίσκεται σε συμφωνία με την τάξη του κόσμου.

Όσον αφορά το εσωτερικό του πλοίου, κυριαρχεί η αίσθηση του ανοιχτού χώρου. Η διαφάνεια του υλικού επιτυγχάνει την καλύτερη δυνατή ένωση του εσωτερικού με τον εξωτερικό κόσμο. Ο χρήστης έρχεται πιο κοντά με το αντικείμενο σαν να μην υπάρχει κανένα εμπόδιο στην οπτική σχέση που έχει αναπτύξει μαζί του. Βασισμένο στο πνεύμα του Διαφωτισμού, ο εσωτερικός φωτισμός που συνυπάρχει με τα SmartWrap έξυπνα

Έξυπνα υλικά και εφαρμογή αυτών σε Πλοία –Βλάσσης Ευάγγελος

υλικά στο κέλυφος του κτιρίου δημιουργεί φιλόξενα πράγματα στο μάτι και την διάνοια του ανθρώπου, και αντικατοπτρίζει τα αντικείμενα όσο το δυνατόν πληρέστερα. Όσον αφορά τα έξυπνα υλικά που εφαρμόζονται πάνω στο διαφανές υλικό, το μέγεθος και η συχνότητά τους μπορούν να καθορίσουν την προστασία της ιδιωτικής ζωής, την απεικόνιση του εξωτερικού περιβάλλοντος, την καλύτερη θέα του χρήστη από μέσα προς τα έξω και αντίστροφα, καθώς και πόσο διαφανής-αδιαφανής μπορεί να είναι ο τοίχος.



Εικόνα.3.6. Σύγχρονος εσωτερικός χώρος πλοίου με τεχνολογία Smart Wrap

3.6.2 Έξυπνος φωτισμός

Ο φωτισμός σε ένα πλοίο οποιουδήποτε τύπου τείνει να είναι ένα από τα πιο σημαντικά κεφάλαια κατά κύριο λόγο στο τομέα της ασφάλειας. Ακόμα και κατά τη διάρκεια της ημέρας υπάρχουν χώροι του πλοίου που δεν έχουν παράθυρα ή φινιστρίνια και δεν φωτίζονται. Αυτοί οι χώροι μπορεί να είναι εσωτερικοί διάδρομοι, αποθήκες αλλά και μηχανοστάσια. Σύμφωνα με επιστημονικές ομάδες ο φωτισμός των εσωτερικών χώρων του πλοίου μπορεί να επιτευχθεί με καθαρό ηλιακό φως. Αυτό μπορεί συμβεί με τη συγκέντρωση ηλιακών ακτινών μέσω κάτοπτρων σε σχήμα οβάλ(φακού επαφής) έτσι ώστε να έχει τη μέγιστη απορρόφηση φωτός και εν συνεχεία την διοχέτευση του μέσω δικτύου οπτικών ινών σε μέγεθος κολόνας σε όλο το πλοίο, ικανό να φωτίσει επαρκώς διαδρόμους κλιμακοστάσια και έπιπλα.



Εικόνα.3.6. Πολυέλαιος τεχνολογίας LED και οπτικών ινών

Ο αντίστοιχος φωτισμός θα μπορούσε επίσης να τροφοδοτηθεί τις βραδινές ώρες μέσω του ίδιου δικτύου οπτικών ινών με τη μόνη διαφορά ότι η πηγή φωτός δε θα είναι πια ο ήλιος αλλά μια πολύ ισχυρή πηγή led. Τα περισσότερα αν όχι όλα τα φώτα του πλοίου θα πρέπει να είναι τύπου led για την μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας και να έχουν εγκατεστημένους αισθητήρες με σκοπό τη σβέση τους όταν ο χώρος τον οποίον και φωτίζουν είναι άδειος από κόσμο.

Κεφάλαιο 4. Αντιμετώπιση Ναυτιλιακών Εμποδίων



Εικόνα.4.1. Σύγχρονος στόλος πλοίων που μεταφέρουν κοντέινερ

4.1 Επίδραση στο οικοσύστημα

Το οικοσύστημα κρούει τα τελευταία χρόνια τον κώδωνα του κινδύνου και υπάρχει συνεχής πίεση από διεθνείς οργανισμούς με σκοπό να μειωθεί το αποτύπωμα άνθρακα των παγκόσμιων ναυτιλιακών στόλων. Πλήθος τεχνολογιών αναπτύσσονται σήμερα όπως τα καύσιμα με χαμηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα, τα πιο εξορθολογισμένα κύττα, και ο πιο αποτελεσματικός σχεδιασμός προπέλας, τα αναβαθμισμένα πανιά που σχεδιάζουν να εξοικονομήσουν καύσιμα, βελτιωμένα επιχρίσματα κύτους ακόμη και μαξιλάρια αέρα γάστρας για να μειώσουν τις τριβές. Η προτεραιότητα για τους περισσότερους διαχειριστές πλοίων είναι να εξασφαλίσουν ότι θα ενημερώνονται και θα συμμορφώνονται με τις νέες περιβαλλοντικές ρυθμίσεις και απαιτήσεις. Αυτό μπορεί να είναι δαπανηρό όταν τα σκάφη πρέπει να είναι έτοιμα να πλεύσουν σε ύδατα που καλύπτονται από διαφορετικούς τοπικούς, περιφερειακούς και παγκόσμιους κανόνες και νόμους. Πρόσθετες συσκευές, όπως συστήματα καθαρισμού καυσαερίων (scrubbers) και συστήματα επεξεργασίας νερού έρματος (ballast water treatment systems), οδηγούν σε πρόσθετες πιέσεις στο πλήρωμα, στους οποίους πρέπει να προσφερθεί κατάρτιση και να αποκτήσουν νέες ικανότητες για την ασφαλή λειτουργία τους.

Υπάρχει αύξηση του ενδιαφέροντος για το υδροποιημένο φυσικό αέριο (LNG) ως καυσίμου για εμπορική ναυτιλία. Το LNG πιστεύεται ότι είναι χρήσιμο για τους φορείς

Έξυπνα υλικά και εφαρμογή αυτών σε Πλοία –Βλάσσης Ευάγγελος

εκμετάλλευσης για την επίτευξη των στόχων τους για τη μείωση των εκπομπών, ενώ παράλληλα είναι ανταγωνιστικό στις τιμές αγοράς. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) μπορούν να μειωθούν έως και κατά 25% σε σύγκριση με τους κινητήρες ντίζελ. Ενώ τα συμβατικά καύσιμα με βάση το πετρέλαιο θα εξακολουθήσουν να κυριαρχούν τα επόμενα χρόνια, υπάρχει πιθανότητα να αυξηθεί η υιοθέτηση LNG για ειδικευμένα σκάφη, γεγονός που δίνει την ευκαιρία για να αποδειχθεί και να αναπτυχθεί η τεχνολογία σε μεγαλύτερη κλίμακα.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι λύσεις που αποσκοπούν στην άμβλυνση ενός τύπου ρύπανσης μπορεί να προκαλέσουν άλλα προβλήματα. Για παράδειγμα, η βελτίωση της αποδοτικότητας της καύσης των μηχανών πλοίων για τη μείωση του διοξειδίου του άνθρακα μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένες εκπομπές Οξειδίων του αζώτου (NO_x) ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να υιοθετηθεί μια ολιστική αντίληψη για τον συνολικό αντίκτυπο μιας συγκεκριμένης λύσης. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται όταν οποιαδήποτε πρόσθετη μονάδα επηρεάζει τις συνολικές ενεργειακές ανάγκες ενός πλοίου, όπως το επιπλέον ηλεκτρικό φορτίο που απαιτείται για την λειτουργία συστημάτων επεξεργασίας νερού έρματος ή η χρήση πλυντρίδων (scrubbers) για τον καθαρισμό των καυσαερίων. Επιπλέον, η αποθήκευση αναλωσίμων επί του σκάφους μπορεί να μειώσει το φορτίο, και έτσι να επηρεάζει τόσο την επιχειρησιακή όσο και την εμπορική αποδοτικότητα του.

Η εφαρμογή της ηλιακής ενέργειας στα έξυπνα πλοία έχει σαν επίπτωση τη μείωση στην κατανάλωση της ενέργειας ενισχύοντας σε σημαντικό βαθμό την ανταγωνιστικότητα σε σχέση με ένα συμβατικό πλοίο. Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής της ηλιακής ενέργειας γίνεται η τοποθέτηση στο κατάστρωμα των πλοίων, ηλιακών συσκευών, οι οποίες συλλέγουν την ακτινοβολία του ήλιου. Οι εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας γίνονται συνήθως σε σκάφη αναψυχής μειώνοντας έτσι σε σημαντικό βαθμό την κατανάλωση καυσίμου. Η εφαρμογή οποιασδήποτε εναλλακτικής και ανανεώσιμης πηγής ενέργειας λόγω της πολύπλοκης τεχνολογίας γίνεται με αργούς ρυθμούς. Λόγω της αβεβαιότητας που σχετίζεται με την ανάπτυξη της κατάλληλης υποδομής οι νέοι φορείς ενέργειας έχουν ξεκινήσει και χρησιμοποιούνται πρώτα σε πλοία μικρών αποστάσεων. Καθώς οι τεχνολογίες ωριμάζουν και η υποδομές έχουν αρχίσει και αναπτύσσονται κάθε νέο καύσιμο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε μεγαλύτερα πλοία. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στις ναυτιλιακές εφαρμογές θα συνεχίσουν να αναπτύσσονται. Ωστόσο στην περίπτωση που οι επιπτώσεις στην κλιματική αλλαγή συνεχίζουν να αυξάνονται, τόσο θα απαιτούνται μειώσεις των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και τόσο η ανάγκη για την εφαρμογή τέτοιων τεχνολογιών θα γίνεται πιο επιτακτική.



Εικόνα.4.2. Πλοίο τροφοδοτούμενο από ηλιακά φωτοσυλλεκτικά πάνελ ευρείας επιφάνειας

4.2 Αποφυγή ατυχημάτων

Ένας από τους πιο σημαντικούς τομείς στη ναυτιλία του μέλλοντος είναι η αποφυγή ατυχημάτων σε όλο το εύρος του ταξιδιού αλλά και στην άπαρση και παραβολή του πλοίου. Με εξελιγμένα μη επανδρωμένα οχήματα(Drones) να βοηθούν τον καπετάνιο και το πλήρωμα στην αγκυροβόληση του караβιού όπως και στη προσέγγιση αυτού σε δύσκολους λιμένες θα είναι πλέον δύσκολο έως και μη εφικτό η δημιουργία και εμφάνιση ατυχήματος στο θαλάσσιο χώρο. Τα ρομποτικά αυτά οχήματα κατασκευασμένα με τελευταίας τεχνολογίας έξυπνα υλικά θα παρέχουν στο βαπόρι τη μέγιστη ασφάλεια. Επιπρόσθετα θα έχουν ενσωματωμένους επενεργήτες και αισθητήρες που θα αντιλαμβάνονται τη περίπτωση λάθους και θα ειδοποιούν το πλοίο άμεσα. Θα αποτελούνται από κύκλωμα καμερών 360 μοιρών σε οριζόντιο και κάθετο βεληνεκές, αισθητήρες κινήσεις και απόστασης, θα παίρνουν γυροσκοπικά δεδομένα από το πλοίο και θα τα συγκρίνουν με τα δικά τους. Επίσης θα μπορούν να υποστηρίξουν τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης ή πολύ απλά τεχνολογία ανεπτυγμένων πιθανοτήτων μέσω στατιστικών με στόχο τη πρόβλεψη λάθους αρκετή ώρα πριν συμβεί. Τέλος και πλέον πολύ σημαντικό, σε περίπτωση ατυχήματος θα μπορούν να κρίνουν το ποιος έφταιγε και να αποδίδουν σαφή εικόνα σε πραγματικό χρόνο στο διεθνές ναυτικό δίκιο.

4.3 Αντιμετώπιση πειρατείας

Μη επανδρωμένα οχήματα(Drones) απονυωμένα από το πλοίο θα εποπτεύουν τον θαλάσσιο χώρο και θα αποτυπώνουν το τι ακριβώς συμβαίνει μίλια μπροστά, εντοπίζοντας πειρατικές ή άλλες ύποπτες κινήσεις.



Εικόνα.4.3. Σύγχρονο drone απονηωμένο από εμπορικό πλοίο αναγνωρίζει ύποπτο στόχο επικείμενης πειρατείας

Τα Drones θα ειδοποιούν άμεσα το πλοιο, όπου και θα εκτελεί τη προβλεπόμενη διαδικασία. Εξετάζεται το γεγονός τα μη επανδρωμένα να φέρουν οπλισμό για την αντιμετώπιση τέτοιων καταστάσεων, βέβαια ακόμα είναι πολύ μακριά ως ιδέα διότι δεν προβλέπεται κάτι τέτοιο από πολιτικό πλοίο. Η πειρατεία έχει ως στόχο την απόσπαση χρηματικού ποσού ως λύτρα η οποία συνοδεύεται από την παράνομη κράτηση των μελών του πληρώματος αλλά ακόμα και με δολοφονίες αυτών ως μοχλός πίεσης. Ένα αυτόνομο έξυπνο πλοίο που μπορεί να μη φέρει πλήρωμα πως είναι λοιπόν δυνατόν να δεχθεί πειρατεία; Όλα δείχνουν ότι οι σύγχρονοι πειρατές θα αποτελούνται από άτομα με υψηλές γνώσεις υπολογιστών και ψηφιακού κώδικα με στόχο να “χακάρουν” το λογισμικό πλοίων, ακόμα και του στόλου του πλοιοκτήτη και να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα, ατυχήματα και τρομοκρατικές επιθέσεις όπως θα εξετάσουμε στη συνέχεια.

4.4 Απειλές στον κυβερνοχώρο

Την ίδια στιγμή που αναπτύσσονται εργαλεία για τον υπολογισμό του κόστους του περιβαλλοντικού αποτυπώματος και της παραμετρικής παρακολούθησης μιας νέας

Έξυπνα υλικά και εφαρμογή αυτών σε Πλοία –Βλάσσης Ευάγγελος

κατασκευής, δημιουργούνται προηγμένες πλατφόρμες και αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης για την προστασία συστημάτων υψηλού κινδύνου στον κυβερνοχώρο (διαχείριση φορτίου και ισχύος, επικοινωνίες, καύσιμα, εκπομπές) και την αντιμετώπιση κυβερνό-επιθέσεων. Τα πληρώματα εκπαιδεύονται με καινοτόμα εργαλεία και προσομοιωτές στην αντιμετώπιση έκτακτων συμβάντων και ατυχημάτων. Λειτουργούν πλατφόρμες e-learning και προσφέρεται το μεταπτυχιακό ευρωπαϊκό πρόγραμμα SmartSea με αντικείμενο τη χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων και της επανυξημένης πραγματικότητας στη ναυτιλία.

Τέλος, οι προσωπικές συσκευές που φέρνει επί του σκάφους το πλήρωμα -είναι η πηγή πολλών παρεμβολών στον κυβερνοχώρο που συμβαίνουν στη θάλασσα. Ανταποκρινόμενοι στον αναμενόμενο αυξημένο κίνδυνο που μπορεί να φέρει η τεχνολογία, πολλοί λαμβάνουν από τώρα μέτρα για την ενίσχυση της εκπαίδευση στην πληροφορική του προσωπικού τους, ιδίως όσον αφορά τη διαχείριση του κυβερνοχώρου.

Κεφάλαιο 5. Εφαρμογή σε Πολεμικά πλοία

5.1. Τεχνολογία απόκρυψης

Η τεχνολογία Stealth "Low Observability" δεν είναι μια «ενιαία» τεχνολογία. Είναι ένας συνδυασμός τεχνολογιών που επιχειρούν να μειώσουν σημαντικά τις αποστάσεις που μπορεί να ανιχνευθεί ένας στόχος. Ειδικότερα, να προκαλέσουν μειώσεις στο πεδίο της ακουστικής και θερμικής υπογραφής.



Εικόνα.5.1. Σύγχρονο πλοίο stealth καταμαράν με τεχνολογία απόκρυψης σε υλικό και αρχιτεκτονική

Η τεχνολογία Stealth στοχεύει στην ελαχιστοποίηση υπογραφών και σημάτων ύπαρξης των στόχων, στην πρόληψη, καθυστέρηση ανίχνευσης και ταυτοποίησης τους από τα εχθρικά ραντάρ, αυξάνοντας με αυτούς τους τρόπους την αποδοτικότητα των πολεμικών πλοίων.

5.2.Μείωση της ραδιοδιατομής

Έξυπνα υλικά και εφαρμογή αυτών σε Πλοία –Βλάσσης Ευάγγελος

Τα περισσότερα συμβατικά πλοία έχουν ένα καμπύλο σχήμα. Αυτό το σχήμα τα καθιστά αεροδυναμικά, αλλά δημιουργεί, επίσης, κι έναν πολύ αποτελεσματικό ανακλαστήρα ραντάρ. Το στρογγυλό σχήμα σημαίνει ότι ανεξάρτητα από το σημείο στο οποίο το σήμα του ραντάρ χτυπά το πλοίο, ένα τμήμα από το προσπίπτον σήμα αντανακλάται πίσω. Από την άλλη πλευρά, ένα Stealth πλοίο είναι κατασκευασμένο από απόλυτα γεωμετρικά επίπεδες επιφάνειες και πολύ οξείες γωνίες, ειδικότερα στο μέρος των εξάλων του πλοίου με αποτέλεσμα η προσπίπτουσα ακτινοβολία να αντανακλάται από το στόχο σε διαφορετικές κατευθύνσεις.

5.3.Χρήση απορροφητικών υλικών

Το μέταλλο(ναυπηγικός χάλυβας) αποτελεί το πιο συνηθισμένο κατασκευαστικό υλικό στην ναυπηγική, παράλληλα, όμως, κι έναν εξαιρετικό ραδιοανακλαστήρα. Αντίθετα, σύγχρονα Stealth πολεμικά πλοία, όπως το USS Zumwalt Class, χρησιμοποιούν σύνθετα υλικά παρά μέταλλο. Αυτά τα υλικά είναι μείγματα άνθρακα με άλλα χημικά και είναι ιδανικά για την αντανάκλαση και απορρόφηση που επιτυγχάνει η Stealth τεχνολογία. Τα υλικά όμως τα οποία απορροφούν την προσπίπτουσα Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία την μετατρέπουν σε θερμική, η οποία, όμως, αυξάνει τοπικά και τη θερμοκρασία της μονάδος μας.



Εικόνα.5.2. USS Zumwalt Class, πλοίο stealth με τεχνολογία απόκρυψης σε υλικό και αρχιτεκτονική και πυραυλικό σύστημα.

5.4.Μείωση της θερμικής υπογραφής

Η παθητική ανίχνευση στόχων μέσω της θερμικής τους υπογραφής στηρίζεται στο γεγονός ότι κάθε σώμα εκπέμπει ποσότητα ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στην περιοχή των υπέρυθρων, η οποία αντιστοιχεί στη θερμοκρασία του. Οι ανιχνευτές θερμότητας μπορούν να ανιχνεύσουν ένα πολεμικό πλοίο συγκρίνοντας, και παράλληλα διακρίνοντας, την υπέρυθρη ακτινοβολία του με αυτήν του περιβάλλοντος. Επομένως, είναι επιθυμητό οι υπέρυθρες εκπομπές αυτού και του περιβάλλοντος να είναι παραπλήσιες. Σε αυτήν την περίπτωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί φαιά ματ βαφή νανοτεχνολογίας η οποία είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να απορροφά μεγάλο μέρος της ανωτέρω ακτινοβολίας. Επειδή, όμως, δεν είναι πάντα δυνατό να ελέγχουμε τις θερμικές εκπομπές ενός πλοίου, φροντίζουμε εξ' αρχής κατά τη σχεδίαση και κατασκευή του να εκπέμπουν όσο το δυνατόν λιγότερη θερμική ακτινοβολία, έχοντας υπ' όψη ότι τα τμήματα με τις μεγαλύτερες θερμικές εκπομπές είναι η υπερκατασκευή, άτρακτος και ο οχετός καυσαερίων των κυρίων μηχανών και ηλεκτρομηχανών του.

5.5.Τεχνολογία απόκρυψης πλάσματος

Η τεχνολογία πλάσματος αναπτύχθηκε για πρώτη φορά από τη Ρωσία για το διαστημικό πρόγραμμα της Σοβιετικής Ένωσης και ύστερα υιοθετήθηκε και από τις ΗΠΑ. Αποτελεί ένα είδος ενεργητικής τεχνολογίας Stealth. Συγκεκριμένα, η θεμελιώδης αρχή της εν λόγω τεχνολογίας είναι η δημιουργία ενός «στρώματος» ιόντων το οποίο θα καλύπτει το πλοίο και θα απορροφά την προσπίπτουσα Ήλεκτρό-μαγνητική ακτινοβολία, μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο τη ραδιοδιατομή του.

Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα και Μελλοντική Εργασία

6.1. Συμπεράσματα

Η εφαρμογή των έξυπνων υλικών στη ναυτιλία θα παίξει μεγάλο ρόλο τα επόμενα χρόνια και θα σηματοδοτήσει την έναρξη μίας καινούργιας εποχής. Η ναυτιλία πλέον βρίσκεται πολύ κοντά σε ένα μεταβατικό στάδιο, αυτό της αυτόνομης ναυτιλίας. Όλες οι τεχνολογίες και τα συστήματα που διέπουν την αυτόνομη τεχνολογία, αναπτύσσονται συνεχώς και εξελίσσονται ραγδαία, γεγονός που υποδηλώνει πως η μετάβαση στην νέα αυτή εποχή θα έλθει στα επόμενα χρόνια. Τόσο οι ναυτιλιακές όσο και οι τεχνολογικές εταιρίες φαίνεται να υιοθετούν μελλοντικά την αυτόνομη τεχνολογία πλοίων, βλέποντας πως αποτελεί την αιχμή του δόρατος τεχνολογικά και περιβαλλοντικά. Ωστόσο η αυτόνομη τεχνολογία σίγουρα γεννά ερωτήματα, αναφορικά με θέματα ασφαλείας τόσο από των ανθρώπινο παράγοντα όπως προβλήματα προερχόμενα από τον κυβερνοχώρο, όσο και αξιοπιστίας του πλοίου δηλαδή την εμπιστοσύνη που θα έχουμε στην ορθή λειτουργία των αυτοματισμών, όπως και το πώς μπορεί να προδοθούμε από αυτούς μέσω τρίτων.

Στη παρούσα βιβλιογραφική εργασία αναλύεται η δομή και η λειτουργία των έξυπνων υλικών, ως σύνθετα υλικά από τα οποία θα αποτελείται το έξυπνο πλοίο του μέλλοντος. Στη συνέχεια γίνεται λεπτομερής ανάλυση στην εφαρμογή των ανωτέρω υλικών στα πλοία και στο πως εν τέλη θα συνδράμουν στην βελτίωση αυτών σε διάφορους τομείς όπως η παραμετρική παρακολούθηση των συστημάτων του πλοίου, η αυτοεπισκευαστική ικανότητα του, η προστασία των υφάλων του, η εξοικονόμηση ενέργειας, οι διαδικασίες ανάγκης που ακολουθούνται, σχεδιασμός και αρχιτεκτονική εξωτερικών και εσωτερικών τομέων του. Επιπλέον, σε αυτή την εργασία γίνεται αναφορά στη δομή και τους πιο σημαντικούς αυτοματισμούς που θα εξυπηρετούν ένα έξυπνο και αυτόνομο πλοίο. Τέλος, αναφέρονται οι τομείς που καθιστούν ένα πολεμικό πλοίο έξυπνο, βάση τεχνολογιών όπως αυτής της απόκρυψης(τεχνολογία stealth).

6.2. Μελλοντική Εργασία

Η εφαρμογή των έξυπνων υλικών στα πλοία βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο εξέλιξης αλλά στο άμεσο μέλλον θα αξιοποιηθεί σίγουρα από ναυτιλιακούς κολοσσούς.

Έξυπνα υλικά και εφαρμογή αυτών σε Πλοία –Βλάσσης Ευάγγελος

Θα υπάρξει εφαρμογή των έξυπνων υλικών στο κλάδο της ναυτιλίας οπότε και περισσότερες μελέτες και έρευνες, Είναι σίγουρο ότι μία μελλοντική εργασία σε λίγα χρόνια από τώρα θα μπορεί να αξιοποιήσει καλύτερα τα δεδομένα σε πρακτικό επίπεδο και όχι μόνο σε θεωρητικό και ερευνητικό, όπως επίσης θα υπάρξει πιο εμπειριστατωμένης αναφορά αποτελεσμάτων στα θετικά αλλά και στα αρνητικά σημεία της εφαρμογής αυτών των υλικών.

Βιβλιογραφία

[1] Smart materials for active noise and vibration reduction H. P. Monner German Aerospace Center (DLR), Institute of Composite Structures and Adaptive Systems Lilienthalplatz 7, D-38108 Brunswick, Germany

[2] Ναυτιλία & Τεχνολογικές Αλλαγές [Theta Marine Group]

[3] Πράσινα Πλοία Και Μείωση Της Εκπομπής Ρύπων Των Πλοίων» Κοντούλης Στέργιος, Χίος, 2019

[4] <https://safety4sea.com/how-smart-materials-and-structures-can-be-used-by-European-shipbuilding-industry/>

[5] <https://cordis.europa.eu/article/id/165981-adaptive-and-smart-materials-and-structures-for-ships>

[6] <https://www.hellenicshippingnews.com/smart-ships-set-to-revolutionise-industry/>

[7] NATO Stealth Manual

[8] H. Kawai, 'The Piezoelectricity of Poly (vinylidene fluoride)', Jpn. J. Appl. Phys., **8**, p. 975, (1969)

[9] Gao, G.; T. Cagin, W. A. Goddard: 'Energetics, Structure, Mechanical and Vibrational Properties of Single Walled Carbon Nanotubes (SWNT)', the Fifth Foresight Conference on Molecular Nanotechnology, Nov. 5-8, Palo Alto, CA, USA (1997)

[10] Αναγνωστόπουλος, Π. (2018) ' Τα πράσινα πλοία γίνονται πραγματικότητα.'

[11] Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2014). Αντιμετώπιση των εκπομπών CO₂ μέσω της ναυτιλίας. https://ec.europa.eu/environment/efe/themes/tackling-co2-emissionsshipping_el

[12] Κοτρικά Α. (2015) 'Ναυτιλία και Περιβάλλον

[13] Κλιάνης, Λ., Νικόλαος & Ι., Σιδέρης, Ι. (2003) Μηχανές Εσωτερικής Καύσεως 1η Έκδοση, Ευγενίδιο Ίδρυμα.

- [14]Κυρτάτος, Ν.(2010) ‘ Εξελίξεις στην τεχνολογία ναυτικών κινητήρων’ Ναυτικά Χρονικά
- [15]Χρυσόγελος, Ν. (2014). Προτάσεις αντιμετώπισης της ανεργίας στη ναυπηγοεπισκευή με στροφή στην πράσινη ναυτιλία. The Greens in the European Parliament.
- [16]Dulebenets, M., (2018) ‘Green Vessel Scheduling in liner shipping Modeling Carbon Dioxide emission costs in sea and ports of call’ International Journal of Transportation Science and Technology.
- [17]OECD, (2009) ‘Green Ship of the Future ‘Green Ship Magazine (Διαδίκτυο)
- [18]Kim, S. (2015) “Korea's shipbuilding industry goes into eco-friendly ship research”.
- [19]United Nations (1998). Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change
- [20]Yonghwan Kim, (2011).’ Green Ship Design & Technology’, University of Southampton.